

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 43 40 249 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 05 K 3/46
B 23 B 47/18
B 23 B 49/00
B 23 Q 17/22
G 01 B 7/26

②1 Aktenzeichen: P 43 40 249.6
②2 Anmeldetag: 26. 11. 93
④3 Offenlegungstag: 1. 6. 95

DE 43 40 249 A 1

BEST AVAILABLE COPY

⑦1 Anmelder:

Schmoll Maschinenfabrik GmbH Werkzeug- und
Vorrichtungsbau, 63322 Rödermark, DE

⑦4 Vertreter:

Keil, R., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat.; Schaafhausen, L.,
Dipl.-Phys.; Lenz, N., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 60322
Frankfurt

⑦2 Erfinder:

Kunz, Thomas, 65779 Kelkheim, DE; Voith, Gerhard,
35444 Biebertal, DE; Rock, Ulrich, 64832
Babenhausen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zum Tiefenbohren von Leiterplatten o. dgl.

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum
Tiefenbohren von Leiterplatten o. dgl., bei welcher eine ein
Bohrwerkzeug tragende Bohrspindel leitenden Oberflächen-
schicht der auf einem Maschinentisch angeordneten Leiter-
platte absenkbar und die jeweilige Höhenstellung des Bohr-
werkzeuges relativ zu der Leiterplattenoberfläche mittels
einer Höhenmeßeinrichtung meßbar ist, wobei zwischen
dem Bohrwerkzeug und der leitenden Oberflächenschicht
bzw. der n-ten Leiterschicht eine Potentialdifferenz erzeugt
wird und das bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges
mit der Oberflächenschicht zwischen dem Bohrwerkzeug
und der leitenden Oberflächenschicht abgreifbare Signal zur
Bestimmung des Nullpegels der Bohrtiefe und ggf. das bei
Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges mit der n-ten
Leiterschicht abgreifbare Signal zur Bestimmung des Endpe-
gels der Bohrtiefe verwendet wird.

DE 43 40 249 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Tiefenbohren von Leiterplatten oder dgl., bei welcher eine ein Bohrwerkzeug tragende Bohrspindel in Richtung der leitenden Oberflächenschicht der auf einem Maschinentisch angeordneten Leiterplatte absenkbar und die jeweilige Höhenstellung des Bohrwerkzeuges relativ zu der Leiterplattenoberfläche mittels einer Höhenmeßeinrichtung meßbar ist.

Mehrschichtige Leiterplatten werden nicht nur mit Durchgangsbohrungen, sondern wegen der höheren Ausnutzbarkeit in hohem Maße auch mit gebohrten Sacklöchern versehen, welche von der Oberfläche bis zu einer bestimmten Leiterschicht im Inneren der Leiterplatte reichen. Wegen der zunehmenden Miniaturisierung und damit geringer werdenden Schichtdicken wird an die (relativ zu der Leiterplatten-Oberfläche gemessenen) Sacklochtiefe eine Toleranz von wenigen μm gestellt. Dieser Forderung hat man bisher dadurch zu entsprechen versucht, daß der Bohrkopf mit einer Kalibriereinheit und — neben der Meßeinrichtung für die Zustellung des Bohrkopfes — mit einer zweiten Tiefenmeßeinrichtung ausüstete. Hierbei fährt der Bohrkopf nach der Werkzeugaufnahme über die Kalibriereinheit, senkt ab und gibt einen Null-Impuls an das zweite Meßsystem, durch welchen die Steuerung die jeweilige Stellung der Werkzeugspitze zur Oberfläche der Leiterplatte erkennt. Die Tiefenbohrgenauigkeit wird hier jedoch durch Ungenauigkeiten der Bohrspindel, des Z-Achsen-Vorschubs, der CNC-Steuerung, der Aufnahmeplatte, die mechanische Anbringung der zweiten Tiefenmeßeinrichtung und des Bohrwerkzeuges (z. B. aufgrund von Wärmedehnungen) sowie durch Unebenheiten des Leiterplattenmaterials, Umgebungseinflüsse (z. B. Verschmutzungen) und die Maschinenwartung beeinträchtigt. Außerdem ist der maschinelle Aufwand durch die zusätzliche Meßeinrichtung und die z. B. einen Laser enthaltende Kalibriereinheit verhältnismäßig groß.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Einrichtung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, welche bei einfachem Aufbau höhere Tiefenbohrgenauigkeit zuläßt.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß zwischen dem Bohrwerkzeug und der leitenden Oberflächenschicht bzw. der n-ten Leiterschicht eine Potentialdifferenz erzeugt wird und das bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges mit der Oberflächenschicht zwischen dem Bohrwerkzeug und der Oberflächenschicht abgreifbare Signal zur Bestimmung des Nullpegels der Bohrtiefe und ggf. das bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges mit der n-ten Leiterschicht abgreifbare Signal zur Bestimmung des Endpegels der Bohrtiefe verwendet wird.

Für die Tiefenmessung bedarf es auf diese Weise keiner zusätzlichen Meßeinrichtung und auch keiner Kalibriereinrichtung. Ferner wird die Bohrtiefe immer genau von der Stelle aus gemessen, an welcher das Bohrwerkzeug ansetzt, so daß Unebenheiten der Leiterplatte keinen oder jedenfalls geringeren Einfluß auf die Tiefentoleranz haben. Alleine die erfindungsgemäße Bestimmung des Nullpegels führt gegenüber den bekannten Vorrichtungen zu höherer Tiefenbohrgenauigkeit, selbst wenn man von einer festen vorgegebenen Tiefenlage der n-ten Leiterschicht, bis zu welcher das Sackloch reichen soll, ausgeht. Wendet man das erfindungsgemäße Meßprinzip aber auch bei jedem Sackloch zusätzlich

zur Bestimmung des Endpegels an, indem man feststellt, wann die Spitze des Bohrwerkzeuges die n-te Leiterschicht berührt, können zusätzlich auch Ungenauigkeiten der Tiefenlage der n-ten Leiterschicht ausgeglichen und die Tiefentoleranz noch weiter verringert werden. Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die ohnehin vorhandene Höhenmeßeinrichtung für die Zustellung der Bohrspindel auch für die Messung der Bohrtiefe einsetzbar. Von dem durch Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges festgestellten Nullpegel an werden die Tiefenmeßsignale lediglich zweckmäßigerweise auf einen gesonderten Zähler der vorhandenen Höhenmeßeinrichtung gegeben.

Das erfindungsgemäße Meßprinzip ist nicht auf das Bohren beschränkt, sondern gleichermaßen auch beim Fräsen oder dgl. Materialbearbeitung einwendbar. Wenn zuvor und nachfolgend von "Tiefenbohren" die Rede ist, soll dies daher keine Beschränkung auf diesen Begriff darstellen.

Das Potential Pb des Bohrwerkzeuges kann durch unmittelbare mechanische Kontaktierung des Werkzeugrotors, z. B. mittels Elektrode, aufgebracht werden. Zweckmäßigerweise kann jedoch das Potential Pb induktiv oder kapazitiv, d. h. berührungslos, auf das Bohrwerkzeug gegeben werden.

Das Potential Po der leitenden Oberflächenschicht kann entweder durch unmittelbare Kontaktierung erfolgen, wird jedoch bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch erzeugt, daß ein der Bohrspindel zugeordneter, bis auf die Oberflächenschicht absenkbarer und diese kontaktierender Niederhalter aus leitendem Material, wie Metall, auf das Potential Po gelegt wird.

Damit die Feststellung des Endpegels (der gewünschten Endlage) des Bohrwerkzeuges beim Tiefenbohren nicht durch die Maßnahmen, die zur Bestimmung des Nullpegels erfindungsgemäß getroffen sind, beeinträchtigt wird, wird das Bohrwerkzeug zweckmäßigerweise auf ein Potential Pb von 0 Volt und die Oberflächenschicht bzw. die n-te Leiterschicht auf ein Potential Po bzw. Pn von p Volt ($p \neq 0$) gelegt. Anhand der Signalgröße ist in diesem Fall auch feststellbar, von welcher Leiterschicht das Signal kommt.

Da es bei der hohen Vorschubgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges gewisse Schwierigkeiten bereitet, den Vorschub schnell genug zu bremsen, wenn der Bremsvorgang erst bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges mit der n-ten Leiterschicht eingeleitet wird, bis zu welcher das Sackloch reichen soll, wird gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, zur Vorbestimmung der etwaigen Tiefenlage der n-ten Leiterschicht zunächst eine Probebohrung auszuführen. Bei der anschließenden Tiefenbohrung wird dann die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges in geringem Abstand vor Erreichen der Oberfläche der n-ten Leiterschicht (deren etwaige Tiefenlage nunmehr vorbekannt ist) auf einen geringeren Wert geschaltet, so daß der "Bremsweg" bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges mit der n-ten Leiterschicht hinreichend gering ist.

Da die Tiefenlage der n-ten Leiterschicht innerhalb der Leiterplatte aufgrund von Fertigungstoleranz variiert, wodurch die Tiefenbohrgenauigkeit beeinträchtigt werden kann, wird bei einer noch weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß bei jeder Tiefenbohrung die bei der vorhergehenden Tiefenbohrung festgestellte Tiefenlage der n-ten Leiterschicht bei der Umschaltung der Vorschubgeschwindigkeit auf einen

geringeren Wert unmittelbar vor Erreichen der n-ten Leiterschicht berücksichtigt wird. Hierbei macht man sich die Erfahrung zunutze, daß die Tiefenlage der Leiterschichten innerhalb der Leiterplatte sich nicht sprunghaft ändert, sondern nur allmählich. Auf diese Weise wird bei der jeweils nächsten Tiefenbohrung berücksichtigt, in welcher Tiefenlage das Nachbarsackloch endete.

Abgesehen von den bereits geschilderten Vorteilen (Vermeidung zahlreicher die Tiefenbohrgenauigkeit beeinträchtigender Faktoren) wird mit der erfindungsgemäßen Lösung eine automatische z-Achseineinstellung und der damit verbundene Geschwindigkeitsvorteil erreicht, ferner ist eine Überwachung auf Bohrerbruch möglich.

Weitere Ziele, Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

Die einzige Figur veranschaulicht im vertikalen Schnitt schematisch eine die Erfindung aufweisende Tiefenbohrvorrichtung.

Eine Leiterplatte LP ist auf einem mit möglichst ebener und möglichst horizontaler Oberfläche versehenen Maschinentisch 4, wenn erforderlich, isoliert angeordnet. Die Leiterplatte LP ist bspw. mit zwei Leiterschichten, der leitenden Oberflächenschicht So und der n-ten Leiterschicht Sn, veranschaulicht. Zwischen den Leiterschichten So, Sn und unter der n-ten Leiterschicht Sn befinden sich i.d.R. im Wechsel weitere (nicht dargestellte) Isolier- und Leiterschichten. Oberhalb der Leiterplatte LP ist höhenverstellbar und rotierbar eine Bohrspindel 2 angeordnet, in welcher ein Bohrwerkzeug 1 mittels eines Werkzeugrotors 5 gehalten ist. Entweder die Bohrspindel 2 oder/und der Werkzeugrotor 5 ist/ sind elektrisch isoliert. Der Bohrspindel 2 ist bei dieser besonderen Ausgestaltung der Erfindung ein metallener, d. h. leitfähiger Niederhalter 3 zugeordnet, welcher vor Beginn des Tiefenbohrens auf die leitende Oberflächenschicht So der Leiterplatte LP abgesenkt wird. Die Höhenstellung der Bohrspindel 2 bzw. des Werkzeuggrotors 5 und damit des Bohrwerkzeuges 1 wird mittels einer Höhenmeßeinrichtung 6 gemessen.

Erfindungsgemäß wird zwischen dem Bohrwerkzeug 1 und der leitenden Oberflächenschicht So und der n-ten Leiterschicht Sn eine Potentialdifferenz ΔP dadurch erzeugt, daß die Bohrspindel 2 bspw. auf ein Potential Pb von 0 Volt, die Oberflächenschicht So bzw. der mit dieser kontaktierte Niederhalter 3 auf ein Potential Po von po Volt ($po \neq 0$) und die n-te Leiterschicht Sn auf einem Potential Pn von pn Volt ($pn \neq 0$) gelegt wird. Berührt bei Beginn des Tiefenbohrens die Spitze des Bohrwerkzeuges 1 die Oberflächenschicht So, so ist zwischen dem Bohrwerkzeug 1 und der Oberflächenschicht So ein Signal abgreifbar, welches mittels einer Signalauswertung 7 zur Bestimmung des Nullpegels der Bohrtiefe an die Höhenmeßeinrichtung 6 geliefert werden kann. Von da an wird beim Vorschub des Bohrwerkzeuges 1 während des Tiefenbohrens die Höhenstellung der Bohrspindel 2 bzw. des Werkzeugrotors 5 mittels der Höhenmeßeinrichtung 6 laufend gemessen, z. B. bis zum Erreichen einer Solltiefe, bei welcher der Vorschub des Bohrwerkzeuges 1 abgeschaltet wird.

Wenn die n-te Leiterschicht Sn, welche mit dem Sack-

loch gerade erreicht werden soll, auf einem Potential Pn \neq Pb liegt, kann, wenn die Spitze des Bohrwerkzeuges 1 die n-te Leiterschicht Sn berührt, ein Signal zwischen diesen beiden Komponenten abgegriffen und zur Bestimmung des Endpegels der Bohrtiefe der Höhenmeßeinrichtung 6 zugeführt werden, worauf der Vorschub des Bohrwerkzeuges 1 abgestellt wird. Die gewünschte Sacklochtiefe kann auf diese Weise mit hoher Genauigkeit erreicht werden.

Zeichnerisch dargestellt ist schematisch eine mechanische Kontaktierung des Werkzeugrotors 5 zur Beaufschlagung mit dem Potential Pb. Das Potential Pb kann jedoch auch induktiv oder kapazitiv auf das Bohrwerkzeug 1 aufgebracht werden.

15 Bezugszeichenliste

- 1 Bohrwerkzeug
- 2 Bohrspindel
- 3 Niederhalter
- 4 Maschinentisch
- 5 Werkzeugrotor
- 6 Höhenmeßeinrichtung
- 7 Signalauswertung
- 25 LP Leiterplatte
- So Oberflächenschicht
- Sn n-te Leiterschicht
- Pb Potential (Bohrer)
- Po Potential (Oberflächenschicht bzw. Niederhalter)
- 30 Pn Potential (n-te Leiterschicht)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Tiefenbohren von Leiterplatten (LP) od. dgl., bei welcher eine ein Bohrwerkzeug (1) tragende Bohrspindel (2) in Richtung der leitenden Oberflächenschicht (So) der auf einem Maschinentisch (4) angeordneten Leiterplatte (LP) absenkbar und die jeweilige Höhenstellung des Bohrwerkzeuges (1) relativ zu der Leiterplattenoberfläche mittels einer Höhenmeßeinrichtung (6) meßbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Bohrwerkzeug (1) und der leitenden Oberflächenschicht (So) bzw. der n-ten Leiterschicht (Sn) eine Potentialdifferenz (ΔP) erzeugt wird und das bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges (1) mit der Oberflächenschicht (So) zwischen dem Bohrwerkzeug (1) und der Oberflächenschicht (So) abgreifbare Signal zur Bestimmung des Nullpegels der Bohrtiefe und ggf. das bei Berührung der Spitze des Bohrwerkzeuges (1) mit der n-ten Leiterschicht (Sn) abgreifbare Signal zur Bestimmung des Endpegels der Bohrtiefe verwendet wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Potential (Pb) des Bohrwerkzeuges (1) durch unmittelbare Kontaktierung des Werkzeugrotors (5), induktiv oder kapazitiv aufgebracht wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bohrspindel (2) ein bis auf die leitende Oberflächenschicht (So) absenkbarer Niederhalter (3) zugeordnet ist und das Potential (Po) der leitenden Oberflächenschicht (So) dadurch erzeugt wird, daß der Niederhalter (3) auf das Potential (Po) gelegt wird.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Bohrwerkzeug (1) auf ein Potential (Pb) von 0 Volt und die Ober-

flächenschicht (So) bzw. die n-te Leiterschicht (Sn) auf ein Potential (Po) bzw. (Pn) von p Volt ($p \neq 0$) gelegt wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorbestimmung der etwaigen Tiefenlage der n-ten Leiterschicht (Sn) eine Probebohrung ausgeführt wird und daß bei der Ausführung der anschließenden Tiefenbohrung die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges (1) in geringem Abstand vor Erreichen der Oberfläche der n-ten Leiterschicht (Sn) auf einen geringeren Wert geschaltet wird. 10

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Tiefenbohrung die bei der vorhergehenden Tiefenbohrung feststellbare Tiefenlage der n-ten Leiterschicht (Sn) bei der Umschaltung der Vorschubgeschwindigkeit auf einen geringeren Wert unmittelbar vor Erreichen der n-ten Leiterschicht (Sn) berücksichtigt wird. 20

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

